

ÓLEOS ESSENCIAIS APLICADOS EM ALIMENTOS:

UMA REVISÃO

REBRAPA

Antonia Elaine Frutuoso¹, Nágila Teotonio do Nascimento², Telma Leda Gomes de Lemos³,
Evando Luis Coelho¹, Daniele Maria Alves Teixeira*¹

*danielemaria@ifce.edu.br

¹IFCE- Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte.

²UECE - Universidade Estadual do Ceará.

³UFC -Universidade Federal do Ceará.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14685/rebrapa.v4i2.134>

Resumo: Os alimentos possuem uma composição intrínseca excelente para o desenvolvimento de microrganismos, com ampla variedade de espécies patogênicas, indesejáveis para a saúde do consumidor. Diante dessa realidade e buscando novas técnicas naturais de preservação dos alimentos, a adição de óleos essenciais torna-se um potencial sistema de bioconservação, capaz de prolongar a vida útil dos alimentos. Este artigo busca relatar o que vem sendo pesquisado utilizando óleos essenciais de diferentes origens vegetais, suas propriedades e a sua incorporação como componentes antimicrobianos em alimentos. Os óleos essenciais apresentam diferentes propriedades bioativas, como atividade antioxidante, ação analgésica, anti-inflamatória, fungicida e antibacteriana, sendo provenientes de diferentes origens vegetais, tais como *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Cy), *Rosmarinus officinalis* L, *Ocimum gratissimum* L, *Eugenia caryophyllata* Thumb, *Cinnamomum zeylanicum* Ness. Os óleos essenciais podem ser obtidos por diferentes técnicas, sendo as mais utilizadas, extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, por alta pressão ou por CO₂ supercrítico. O mecanismo de ação pelo qual a maioria dos óleos essenciais exerce seu efeito antibacteriano envolve a parede celular, e os estudos, cada vez mais apurados refletem fundamental importância para a indústria de alimentos, visto que são inúmeras as possibilidades de inserção desses constituintes em produtos alimentícios, permitindo ampliar as formas de se estabelecer a segurança dos alimentos.

Palavras-chave: Óleos voláteis; Antimicrobianos; Conservação.

Essential Oils Applied in Food: A Review: Foods present an excellent intrinsic composition to the development of microorganisms with broad range of pathogenic species, undesirable for consumer health. Given this reality and seeking new natural techniques for food preservation, the addition of essential oils becomes a potential bio conservation system, capable to extend food shelf life. This paper aims to report what has been researched using essential oils of vegetable origin, their properties and their incorporation as antimicrobial components in food. Essential oils have different bioactive properties such as antioxidant, analgesic, anti-inflammatory, antibacterial and fungicide, being from different plant sources, such as *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Cy), *Rosmarinus officinalis* L, *Ocimum gratissimum* L, *Eugenia caryophyllata* thumb, *Cinnamomum zeylanicum* Ness. The essential oils can be obtained by different techniques, being the most used the steam distillation, cold pressing, extraction by organic solvents, high pressure or supercritical CO₂. The action mechanism by which the majority of essential oils exerts its antibacterial effect involves the cell wall. Studies increasingly accurate reflect their fundamental importance for the food industry, since there are countless possibilities for integration of these constituents in food products aiming to increase their useful life as well as help to further the ways to establish food safety.

Key-words: Volatile Oils; Antimicrobials; Conservation.

1 Introdução

A utilização de plantas medicinais é uma prática antiga e predominante em países em desenvolvimento, onde existe uma dependência na denominada medicina popular como solução alternativa para problemas de saúde (ZAGO *et al.*, 2009).

Os óleos essenciais de plantas possuem substâncias ativas e diversos pesquisadores entre eles, os da área de alimentos têm buscado a sua comprovação e processamento sem alterar suas características. Segundo Araújo (2008) e Martins *et al.* (2011), os óleos essenciais são substâncias muito estudadas em vários ramos da ciência, sendo a indústria de alimentos uma das maiores beneficiadas, destacando-se na utilização desses produtos naturais.

Os alimentos possuem uma composição intrínseca excelente para o desenvolvimento de microrganismos, que quando associado a práticas inadequadas tanto no processamento como no armazenamento, proporcionam condições favoráveis para o crescimento de organismos, com ampla variedade de espécies patogênicas, indesejáveis ao alimento e, principalmente, a saúde do consumidor. Diante dessa realidade e buscando novas técnicas naturais de preservação dos alimentos, a adição de óleos essenciais nos alimentos torna-se um potencial sistema de bioconservação, visto que podem prolongar a vida útil dos alimentos, mantendo-os com qualidade em relação a suas características microbiológicas (TRAJANO *et al.*, 2009).

Estudos têm comprovado a ação antibacteriana e antifúngica de diversos óleos essenciais provenientes de diferentes origens vegetais. Entretanto, a utilização e eficiência desses produtos são limitadas pela falta de padronização da atividade dessas substâncias. A pesquisa das técnicas para caracterizar estes materiais vegetais é incipiente, pois, relatos de resultados apresentam-se distintos em relação a sua atividade antimicrobiana, mesmo quando aplicado às mesmas condições de experimento (ALVES *et al.*, 2008).

São muitos os fatores que podem influenciar na composição química dos óleos, que conseqüentemente, apresentará diferentes resultados quanto a sua atividade frente aos microrganismos. Tais como a genética da planta, o manejo de cultivo, a região, variações climáticas, a época e o horário de colheita, assim como a técnica empregada para a extração do óleo essencial e o seu armazenamento (COSTA *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2011; SANTOS *et al.*, 2009).

As formas e aplicação dos óleos em alimentos são diversas, podendo ser empregados junto à massa alimentar durante o processamento ou incorporados aos revestimentos e filmes comestíveis para posterior aplicação, buscando inovar a ciência de alimentos e beneficiando os produtores e consumidores dos diferentes segmentos alimentares os quais podem ser

inseridos nessa nova tecnologia (DURANGO, SOARES e ARTEAGA, 2011; TRAJANO *et al.*, 2010).

Além dos recentes estudos da manipulação de óleos com ação antimicrobiana, tem-se avaliado diferentes misturas de óleos essenciais a fim de comprovar os seus níveis de sinergismo ou antagonismo, visto que não se pode afirmar que o componente majoritário é o que realiza a atividade biológica, podendo haver a interação entre os diferentes componentes do óleo. Além disso, o estudo dessas misturas de óleos possui a finalidade de maximizar a atividade e minimizar as concentrações para não haver interferência diante das características sensoriais dos alimentos, bem como, se podem constituir bases para a produção de conservantes de alimentos naturais (NGUEFACK *et al.*, 2012).

Diante deste contexto, este artigo revisa a literatura mais recente a respeito dos óleos essenciais, as diferentes origens vegetais, a manipulação das suas propriedades e a sua incorporação como componentes antimicrobianos e antifúngicos em alimentos.

2 Óleos Essenciais

Óleos essenciais são geralmente uma mistura complexa de hidrocarbonetos, alcoóis e compostos carbonílicos. Ocorrem em todo o tecido vivo da planta, geralmente concentrados na casca, nas flores, no rizoma e nas sementes (ARAÚJO, 2011; BRITO, 2007).

De acordo com a ISO 9235:1997, óleos essenciais são produtos obtidos a partir da matéria prima natural de origem vegetal, por meio de destilação por arraste a vapor d'água, ou por processos mecânicos, no caso do pericarpo de frutos cítricos. Os óleos essenciais podem se apresentar isoladamente ou misturados entre si, retificados ou concentrados. Entende-se por retificados, os produtos que tenham sido submetidos ao processo de destilação fracionada para concentrar determinados componentes (BRASIL, 1999; SANTURIO, 2011).

Sua composição química pode ser bastante variável, de acordo com a diversidade genética, o habitat e os tratamentos culturais. O ambiente no qual o vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo influem na composição química dos óleos essenciais, como pode ser observado na Tabela 1 conforme os resultados do rendimento do óleo essencial de diferentes espécies de *Eucalyptus*. A temperatura, umidade relativa do ar, duração total da exposição ao sol e o regime de ventos exercem influência direta, principalmente nas espécies que possuem estruturas histológicas de estocagem de óleos na superfície. Por outro lado, nos vegetais em que a localização de tais estruturas é mais profunda, a qualidade é mais constante. O grau de hidratação do terreno e a presença de nutrientes também podem influenciar na sua composição (BRITO, 2007).

Tabela 1- Rendimento do óleo essencial de *Eucalyptus* cultivados em diferentes regiões.

Espécies	Local	Rendimento (%)	Referência
<i>E. camaldulensis</i>	Argentina	0,39	Tolozza <i>et al.</i> (2008)
	Nigéria	0,20	Oyedeji <i>et al.</i> (1999)
	Taiwan	0,50	Cheng <i>et al.</i> (2009)
	Viçosa-MG	3,00	Pereira (2010)
<i>E. tereticornis</i>	Argentina	0,60	Tolozza <i>et al.</i> (2008)
	Congo (África)	0,45	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
	Viçosa-MG	2,30	Pereira (2010)
<i>E. microcorys</i>	Congo (África)	0,13	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
	Silvânia-GO	2,50	Estanislau <i>et al.</i> (2001)
	Viçosa-MG	1,70	Pereira (2010)
<i>E. saligna</i>	Congo (África)	0,70	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
	Silvânia-GO	0,50	Estanislau <i>et al.</i> (2001)
	Viçosa-MG	1,42	Pereira (2010)
<i>E. urophylla</i>	Taiwan	2,20	Oyedeji <i>et al.</i> (1999)
	Congo (África)	0,53	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
	Viçosa-MG	0,77	Pereira (2010)
<i>E. robusta</i>	Congo (África)	0,13	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
	Viçosa-MG	0,34	Pereira (2010)
<i>E. grandis</i>	Argentina	0,36	Tolozza <i>et al.</i> (2008)
	Silvânia-GO	2,00	Estanislau <i>et al.</i> (2001)
	Viçosa-MG	0,26	Pereira (2010)
<i>E. cloeziana</i>	Silvânia-GO	0,70	Estanislau <i>et al.</i> (2001)
	Viçosa-MG	0,13	Pereira (2010)

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2010).

Os principais constituintes dos óleos essenciais que conferem suas características sensoriais são os monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides (BIZZO *et al.*, 2009).

Em geral, os óleos essenciais na presença de oxigênio, luz, calor, umidade e metais são muito instáveis, sofrendo inúmeras reações de degradação, o que dificulta a sua conservação, fazendo com que o seu processo de armazenamento seja fundamental para a manutenção de sua qualidade (GUIMARÃES, 2008).

Os óleos essenciais apresentam diferentes propriedades bioativas, como atividade antioxidante (WANNES *et al.*, 2010), ação analgésica e anti-inflamatória (MENDES *et al.*, 2010), fungicida (CARMO, LIMA e SOUZA, 2008; NGUEFACK *et al.*, 2012) e antibacteriana (OKOH *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2009).

3 Principais Espécies em Estudo nos Últimos Cinco Anos

No decorrer do tempo têm-se observado um grande interesse por parte de vários pesquisadores por espécies de plantas e estas têm sido estudadas com grande afinco para posterior aplicação em diversos fins. Seus óleos essenciais que apresentam inúmeras propriedades funcionais é um dos principais responsáveis pelo interesse das espécies vegetais.

O *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Cy), pertence à família *Gramineae-Poaceae*, é uma espécie herbácea, perene e espontânea, com longas folhas aromáticas, estreitas, agudas e ásperas com nervura central

proeminente. É popularmente conhecida como erva-cidreira, capim-cidreira, capim limão, capim-santo ou capim-cidrão, sendo amplamente distribuído em todo o mundo, especialmente nos países tropicais e subtropicais (SANTOS *et al.*, 2009; TOVAR *et al.*, 2010; FRANCISCO *et al.*, 2011; CHANTHAI *et al.*, 2012).

O capim limão é comumente usada na medicina popular para tratamento de distúrbios nervosos e gastrintestinais e como um antiespasmódico, analgésico, anti-inflamatório, anti-pirético, diurético, sedativo, hipertensão, febre e reduzir a dor e a inflamação associada com reumatismo, gripes e resfriados, infecções bacterianas e fúngicas da garganta, e trato urinário. Também é aproveitada com finalidades agrônômicas, mas a sua maior importância econômica reside na produção do seu óleo essencial (COSTA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2009; BASSOLÉ *et al.*, 2011; KHAN e AHMAD, 2012; CHANTHAI *et al.*, 2012).

Suas propriedades são principalmente devido ao citral, seu componente principal. Citral é o nome dado a uma mistura de aldeídos isoméricos monoterpeno acíclico: neral (cis-citral) e geranial (trans-citral) (TOVAR *et al.*, 2010; KHAN e AHMAD, 2012; CHANTHAI *et al.*, 2012). Na tabela 2 está expresso a ação do óleo essencial de *C. citratus* extraído por método de arraste a vapor em aparelho tipo Clevenger frente a diferentes microrganismos.

A espécie *Rosmarinus officinalis* L., conhecida usualmente como alecrim, é procedente da Região Mediterrânea. Pertencente à Família *Lamiaceae*. É uma especiaria conhecida desde a antiguidade por seus efeitos medicinais.

Tabela 2- Ação do óleo essencial de *C. citratus* contra os microrganismos.

Microrganismo	Concentração eficiente de óleo essencial	Referência
<i>Candida albicans</i>	0,63 mg/mL	SANTOS <i>et. al.</i> , 2009
<i>C. tropicalis</i>	1,25 mg/mL	SANTOS <i>et. al.</i> , 2009
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,08 mg/mL	SANTOS <i>et. al.</i> , 2009
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,25 mg/mL	SANTOS <i>et. al.</i> , 2009
<i>Escherichia coli</i>	0,63 mg/mL	SANTOS <i>et. al.</i> , 2009
<i>Listeria monocytogenes</i>	1,56% v/v (15.6 µl/ml)	OLIVEIRA, <i>et. al.</i> , 2010
<i>Brevicoryne brassicae</i>	0,1% v/v	LIMA, <i>et. al.</i> , 2008
<i>Aspergillus ochraceus</i>	1000 ppm	NGUEFACK <i>et.al.</i> , 2009
<i>Penicillium expansum</i>	2000 ppm	NGUEFACK <i>et.al.</i> , 2009
<i>P. verrucosum</i>	2000 ppm	NGUEFACK <i>et.al.</i> , 2009

Atualmente, diversos estudos têm apontado tal especiaria como antioxidante e antimicrobiana. O alecrim possui porte subarborescente lenhoso, ereto e pouco ramificado de até 1,5 m de altura. Suas folhas, muito aromáticas, medem de 1,5 a 4 cm de comprimento por 1 a 3 mm de espessura (ATTI-SANTOS *et al.*, 2005; HENTZ e SANTIN, 2007). Essa planta apresenta diversos nomes populares dentre os quais alecrim-de-cheiro, alecrim-das-hortas, alecrim-da-casa, alecrim-comum, alecrim-verdadeiro, rosmaninho. Dentre as principais características citam-se folhas lineares coriáceas, cores azulado-claras de forma tubular de aroma forte e agradável, sendo arbusto perene de porte subarborescente (SOUSA e CONCEIÇÃO, 2007).

Diversos estudos têm sido feitos a respeito da atividade antimicrobiana do óleo essencial de *R. Officinalis*. Hentz e Santin (2007) avaliaram a ação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de *R. Officinalis* contra *Salmonella* sp., sendo constatada ação antimicrobiana do óleo em seu estado puro. Silvia *et al.* (2008) investigaram a ação antimicrobiana in vitro do extrato hidroalcoólico de alecrim sobre bactérias orais planctônicas (*Streptococcus mitis*, *S. sanguinis*, *S. mutans*, *S. sobrinus* e *Lactobacillus casei*), sendo que este apresentou inibição da microbiana das bactérias orais. Sousa e Conceição (2007) analisaram a atividade antimicrobiana de soluções aquosas obtidas do decocto de folhas do alecrim, demonstrando inibição de *Staphylococcus aureus* quando utilizado concentrações de 25, 50 e 100% a partir da solução aquosa de 1%. No entanto, não apresentaram atividade inibitória para a bactéria Gram-negativa *Escherichia coli*.

A espécie *Ocimum gratissimum* L., *Lamiaceae*, conhecida popularmente como alfavaca é um subarborescente aromático originário da Ásia e África, medindo até 1 m de altura, porte ereto, suas folhas e ramos são aromáticos, empregada na medicina popular para problemas das vias respiratórias, como gripe, resfriado, tosse e bronquite, estimulantes, carminativos, sudoríficos e diuréticos. É utilizada, também, como anti-séptico local contra fungos e bactérias (HAIDA *et al.*, 2007; MATIAS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010).

Matias *et al.* (2010) avaliaram a atividade antibacteriana de diversas espécies incluindo o *Ocimum gratissimum* contra linhagens de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, ao final o crescimento de

todas as bactérias testadas foi inibido pelos extratos, demonstrando ser uma promissora fonte de pesquisa na área de produtos naturais com ação antibacteriana. Mohammed *et al.* (2007) estudaram os efeitos hipoglicêmicos de folhas aquosas de *Ocimum gratissimum* em ratos diabéticos, ao fim do experimento foi observado que o extrato apresentou efeito antidiabético.

A espécie *Eugenia caryophyllata* Thumb pertence a família *Myrtaceae*, popularmente conhecido como cravo, é uma árvore aromática, nativa da Indonésia, ocorrendo naturalmente em Moluku das ilhas da Indonésia e cultivada em muitas partes do mundo como Tanzânia, Madagascar, Sri Lanka, Índia, China, Indonésia, Malásia, Brasil, República de Malgaxe, Jamaica e Guinéa (ÖZTÜRK, e ÖZBEK, 2005; TRAJANO *et al.*, 2010; SINGH *et al.*, 2012).

Eugenia caryophyllata tem sido usada como medicamento para o tratamento da asma e várias doenças alérgicas; como agente antibacteriano e vermífugo. É uma planta sempre verde medindo entre 10 a 20 m de altura, com folhas em forma de lança e flores amareladas, tem um forte cheiro fenólico e gosto acre acentuado. Seu óleo essencial é um líquido incolor, extraído dos botões de flores secas. Esses são coletados duas vezes por ano, nos meses de outubro e fevereiro, quando mudam sua coloração do verde para vermelho. Esses são secos com cuidado e separados de seus pedúnculos (SINGH *et al.*, 2012).

Diversos estudos tem sido realizados com essa espécie, entre eles Trajano *et al.* (2009), analisaram a atividade antimicrobiana do óleo essencial de diversas especiarias, dentre elas, a *E. caryophyllata*, frente a algumas cepas bacterianas patogênicas e/ou deteriorantes de alimentos. Tais autores verificaram a eficácia do óleo de *E. caryophyllata* em inibir a microflora autóctone de queijo coalho durante o armazenamento refrigerado.

A canela (*Cinnamomum zeylanicum* Ness) é uma árvore originária do Ceilão, da Birmânia e da Índia, pertencente à família das *Lauráceas*. A espécie possui outros nomes populares, como: caneleira, caneleira-da-índia, caneleira-de-ceilão, cinamomo e pau-canela. É uma árvore que atinge até oito a nove metros de altura, o tronco pode alcançar até 35 cm de diâmetro. As folhas são coriáceas, lanceoladas, com nervuras na

base, brilhantes e lisas na parte superior e verde-claras e finamente reticuladas na parte inferior. As flores são de coloração amarela ou esverdeada, numerosas e bem pequenas, agrupadas em cachos ramificados (CARVALHO *et al.*, 2010; JOSHI *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2012).

A canela é muito utilizada na medicina popular por apresentar propriedades medicinais, tais como: adstringente, afrodisíaca, anti-séptica, aperiente, aromática, carminativa, digestiva, estimulante, hipertensora, sedativa, tônica e vaso dilatador (SILVA *et al.*, 2012), antidiabético, atividades antinociceptiva, adstringentes e diuréticas (TAILANG *et al.*, 2008; HASSAN *et al.*, 2012).

4 Composição Química dos Óleos Essenciais

A composição dos óleos essenciais das espécies vegetais é muito diversificada, sendo a principal responsável por conferir propriedades funcionais às mesmas. Entretanto, há múltiplos fatores que podem ser responsáveis pela variabilidade química, como as características edafoclimáticas, que são extrínsecos à biologia vegetal, e outros dependentes da fisiologia das plantas ou do seu genoma, como a ontogenia, o tipo de órgão e os quimiotipos, além do manejo cultural, à forma de extração e o armazenamento (ZAGO *et al.*, 2009; SANTURIO, 2011).

O citral e o mirceno são os compostos majoritários encontrados no *C. citratus*, sendo o citral constituído pela mistura isomérica de geranial ((2E)-3,7-dimetilocta-2,6-dienal, citral A ou isômero E) e neral ((2Z)- 3,7-dimetilocta-2,6-dienal, citral B ou isômero Z). Considerado o responsável pelas atividades atribuídas a esse óleo essencial. O mirceno, outro composto que pode ser encontrado em teores significantes no óleo essencial do capim limão e também em outras variedades de plantas, é um monoterpene acíclico, de nome sistemático 7-metil-3-metileno-1,6-octadieno (GUIMARÃES, 2008).

Bassolé *et al.* (2011) analisaram a composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *C. citratus*, e obteve cinco componentes que foram identificados, que representaram 96,3% do óleo, sendo estes, o geranial (48,1%), neral (34,6%), mirceno (11,0%), geraniol (1,9%) e linalol (0,7%).

Chanthai *et al.* (2012) identificaram dezesseis compostos aromáticos voláteis do óleo essencial de capim limão, sendo o α -pineno, citronelal, óxido de limoneno, citronelol, geraniol, citral-cis, trans-citral, eugenol, humuleno, α -copaene, β -cariofileno, germacrene D, α -cubebene, cadinene de γ , δ -cadinene, e δ -cadinol.

De acordo com Ribeiro *et al.* (2012), os constituintes majoritários do óleo essencial de *R. officinalis* foram o α -pineno (19,8%), β -mirceno (24,2%), 1,8 cineol (22,2%) e verbenona (9,3%), correspondendo a 75,5% do total do óleo.

Segundo Silva *et al.* (2008) o óleo essencial de alecrim é constituído por hidrocarbonetos monoterpênicos, ésteres terpênicos, linalol, verbinal, terpineol, 3-octanona e acetato de isobornila. Os terpenóides são representados pelo carnosol, ácidos carnosílico, oleânico, ursólico, entre outros. Os flavonóides incluem diosmetina, diosmina, gencuanina, luteolina, hispidulina e apigenina. Apresenta ainda os ácidos rosmarínico, caféico, clorogênico, neoclorogênico e labiático.

Em seu estudo Boix *et al.* (2010) caracterizaram vinte e quatro constituintes em amostras de alecrim, apresentando 75,0% de monoterpênicos e 16,7% de sesquiterpênicos. Os principais componentes dos extratos voláteis foram β -pineno (7,0%), mirceno (9,52%), 1,8 cineol (14,02%), cânfora (33,17%) e verbenona (8,6%).

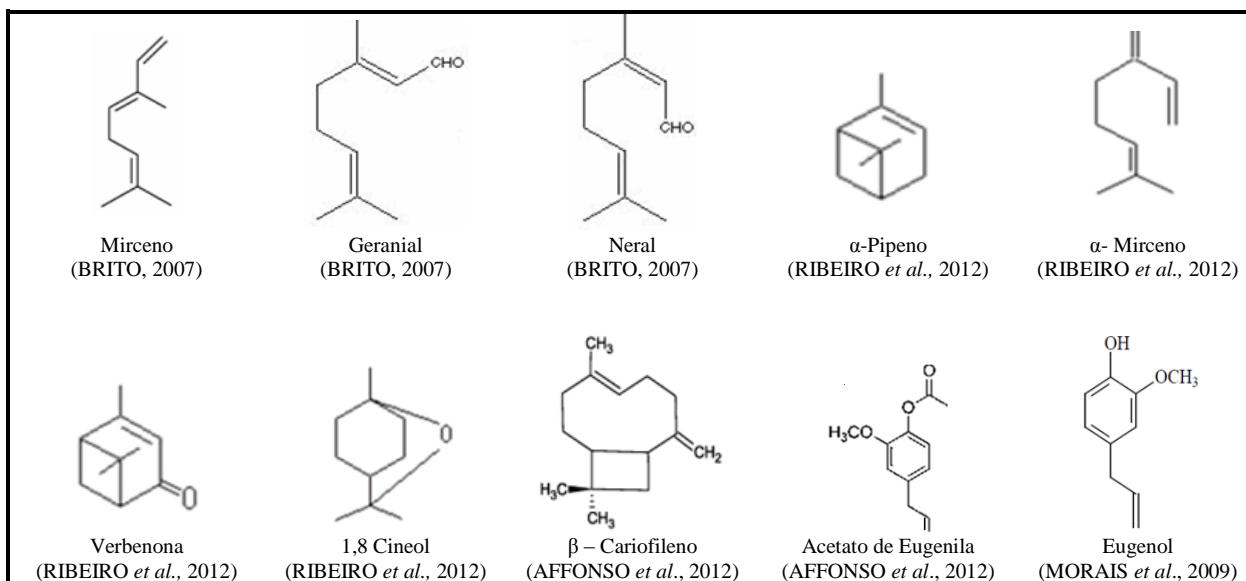
Atti-Santos *et al.* (2005) relataram a composição química e as propriedades físico-químicas associadas ao óleo essencial de alecrim e observaram que os principais compostos foram α -pineno (40,55 para 45,10%), 1,8- cineol (17,40 a 19,35%), canfeno (4,73 a 6,06%), verbenona (2,32 para 3,86%) e borneol (2,24 para 3,10%). Outros componentes foram encontrados em menores quantidades (< 2%).

Silva *et al.* (2010) estudaram a composição química, atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *O. gratissimus* e identificaram como constituintes majoritários o eugenol (81,94%), que determina o quimiotipo do material e γ -muuroleno (12,58%), em menor quantidade foram identificados o β -cariofileno (3,14%), α -Copaeno (1,57%) e δ -Cadineno (0,77%). Monoterpenos não foram detectados no óleo essencial.

No óleo de *E. caryophyllata* vários constituintes são identificados mas o eugenol, acetato de eugenil e o β -cariofileno representam o principais componentes (SINGH *et al.*, 2012).

Trajano *et al.* (2010) identificaram os compostos químicos do óleo essencial extraído das folhas de *E. caryophyllata* obtendo em sua pesquisa 18 compostos do óleo. Dentre eles o eugenol (74%) foi o composto mais prevalente, seguido pelos α humuleno (9,62%), D-cadineno (4,64%), trans- β -cariofileno (4,69%) e óxido de cariofileno (1,63%). Outros compostos, como eucaliptol (0,96%), γ -cadineno (0,86%), humuleno (0,83%), e torreiol (0,62%) foram encontrados em percentual menor. O óleo mostrou-se constituído de sesquiterpênicos diferentes (trans- β -cariofileno, α -humuleno, oxido cariofileno, e d-cadineno), monoterpênicos (eucaliptol α -pineno, linalol) e fenilpropanóides (eugenol).

Dzamic *et al.* (2009) identificou dezesseis componentes no óleo essencial de *E. caryophyllata*, que representam 98,89% do conteúdo total. Eugenol (78,57%), β -cariofileno (15,56%) e α -humuleno (1,88%) foram os principais componentes. Silvestri *et al.* (2010) ao analisarem o perfil da composição do óleo mostraram o eugenol como composto majoritário (90,3%), além de β -cariofileno (4,83%) e acetato de eugenol (1,87%).



Quadro 1- Estrutura química dos principais componentes identificados em óleos essenciais.

A composição do óleo essencial de *C. zeylanicum* foi analisado por Dias (2009), que identificou o eugenol (87,36%) e o cinamaldeído (1,70%) como componente majoritário da classe aromática do óleo essencial extraído das folhas da canela. A fração monoterpênica foi representada pelos compostos 2-metil-5-(metiletenil)-ciclohexanol (2,14%) e Farnesol (1,45%). A fração sesquiterpênica está representada pelos compostos trans-cariofileno (6,31%) e alfa-cariofileno (1,05%).

O quadro 1 apresenta as estruturas químicas dos componentes majoritários identificados de diferentes óleos essenciais.

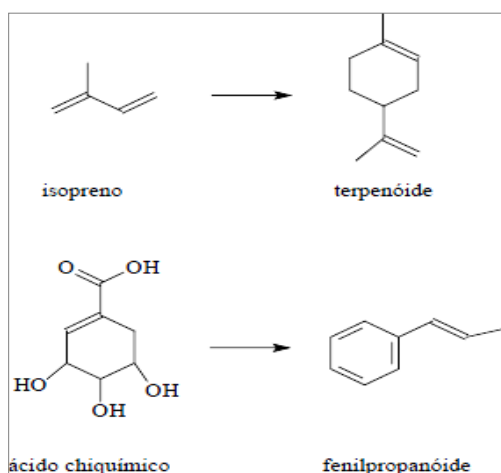


Figura 1- Origem dos Terpenóides e Fenilpropanóides (LUPE, 2007).

A grande maioria dos óleos essenciais é constituída de derivados de terpenóides e ou de fenilpropanóides, sendo que os primeiros preponderam. Os terpenóides são derivados de unidades do isopreno e os fenilpropanóides se formam a partir do ácido

chiquímico, que forma as unidades básicas dos ácidos cinâmicos e p-cumárico. A Figura 1 apresenta a origem dos terpenóides e fenilpropanóides segundo LUPE (2007).

5 Métodos de Extrações dos Óleos Essenciais

Os óleos essenciais podem ser obtidos por diferentes técnicas e suas propriedades dependem do tipo de extração. Os métodos mais utilizados são extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, por alta pressão ou por CO₂ supercrítico. Entretanto, variam conforme a localização do óleo essencial na planta e com a finalidade de utilização do mesmo (JAKIEMIU, 2008; OKOH *et al.*, 2010). O método empregado na extração de um óleo essencial pode alterar suas características químicas, pois o calor e a pressão utilizados no ato da extração podem, por exemplo, interferir na qualidade final do óleo, pois no momento da extração as moléculas de um princípio ativo podem ser quebradas e oxidadas em produtos de menor eficácia, ou, às vezes, tóxico (BRUM, 2010).

O método de enfloração é utilizado para extração de óleos essenciais de matérias-primas delicadas como pétalas de flores. As pétalas são depositadas, a temperatura ambiente, sobre uma camada de gordura, durante um determinado tempo. Em seguida as pétalas esgotadas são substituídas por novas até a saturação total, quando a gordura é tratada com álcool. O álcool então é destilado a baixa temperatura, obtendo-se assim o óleo essencial (OLIVEIRA e JOSÉ, 2007; JAKIEMIU, 2008).

A extração de óleos essenciais por prensagem a frio (pressão hidráulica) ou esclerificação é um método de extração mecânica. Ele é usado para obter óleo

essencial de frutos cítricos. Neste processo, as frutas são prensadas e delas é extraído tanto o óleo essencial quanto o suco. Após a prensagem é feita a centrifugação da mistura, a fim de separar o óleo essencial puro. Este método não é somente utilizado para extração de óleos essenciais de cítricos, mas de maneira semelhante é utilizado para extração do óleo extravirgem de amêndoas, castanhas, nozes, germe de trigo, oliva, semente de uva e também de algumas sementes das quais se extrai normalmente o óleo essencial por destilação, como é o caso do cominho negro (OLIVEIRA e JOSÉ, 2007).

A extração com solventes orgânicos é usada no mundo todo para obter maior rendimento ou produtos que não podem ser obtidos por nenhum outro processo (JAKIEMI, 2008). Apresenta a vantagem de permitir que sejam extraídos os componentes lipofílicos, porém esse processo traz como principais desvantagens o fato dos solventes clássicos serem geralmente pouco seletivos e os extratos obtidos apresentarem muitas vezes uma cor escura e uma consistência viscosa. Além disso, a eliminação do solvente aumenta os custos energéticos e os riscos de perda dos compostos voláteis, sendo, na maioria das vezes, impossível a remoção completa do solvente (JÚNIOR, 2011). Matias *et al.* (2010) fizeram uso de extração com solventes orgânicos obtendo extratos metanólicos e hexânicos de *Croton campestris* A., *Ocimum gratissimum* L. e *Cordia verbenacea* DC. para avaliar sua atividade antibacteriana contra linhagens de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

A extração por fluidos supercríticos é uma técnica que utiliza o poder do solvente em temperatura e pressão próximas ao ponto crítico. O solvente mais utilizado nesta técnica é o dióxido de carbono (CO₂), devido ao seu baixo custo, à temperatura crítica considerada baixa (31,1 °C) e a pressão crítica facilmente alcançável (72,85 atm), além de ser um solvente inodoro, quimicamente inerte e sem risco ambiental. Essa técnica vem sendo considerada uma das mais promissoras para a área da alimentação. A única desvantagem é que o processo demanda custos altos, dificultando a implantação da técnica (JAKIEMI, 2008).

Araujo (2008) estudou o fracionamento do óleo essencial de patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth) extraído com dióxido de carbono supercrítico a fim de aumentar o rendimento variando o tempo de extração e tempo estático, analisou o tamanho ideal de partícula, épocas de colheita e composição química do óleo essencial.

A extração por hidrodestilação é realizada por meio do método Clevenger, onde a matriz é imersa em água destilada e o processo é realizado à temperatura de ebulição da mistura. O aquecimento até 100°C provoca formação de vapor que arrasta os compostos mais voláteis. A mistura de vapor e soluto passa por um condensador e, após a condensação, os compostos solúveis separam-se da água por decantação (BRUM, 2010).

Oliveira (2011) utilizou-se o método de hidrodestilação em aparelho de Clevenger para determinar o tempo de máxima extração de óleo essencial de *Mentha* e *Piperita* variedade Citrata. Franco *et al.* (2007) também utilizou o método de hidrodestilação em aparelho de Clevenger para extração de óleo essencial de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc., *Ocimum gratissimum* L., e *Curcuma longa* L. para realização de estudos da composição química e atividade antimicrobiana em algumas cepas bacterianas.

A caracterização química dos componentes dos óleos essenciais é realizada, normalmente, por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa. A identificação de compostos orgânicos de extratos de plantas é de grande importância. Sendo que estes extratos são uma mistura complexa de compostos orgânicos, requerem técnicas apropriadas de fracionamento que permitam uma melhor análise de seus constituintes individuais. A cromatografia gasosa é usada quase que exclusivamente para a análise qualitativa de voláteis. Os tempos de retenção são utilizados como critério primário para a identificação dos picos. O espectrômetro de massa usado como detector cromatográfico oferece dados adicionais para a identificação dos compostos separados (ARAÚJO, 2008).

6 Mecanismo de Ação dos Óleos Essenciais

O mecanismo de ação pelo qual a maioria dos óleos essenciais exerce seu efeito antibacteriano envolve a parede celular bacteriana, onde os óleos essenciais desnaturam e coagulam proteínas. Mais especificamente, eles atuam alterando a permeabilidade da membrana citoplasmática aos íons hidrogênio (H⁺) e potássio (K⁺). A alteração dos gradientes de íons conduz ao comprometimento dos processos vitais da célula como transporte de elétrons, translocação de proteínas, processo de fosforilação e outras reações dependentes de enzimas, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente, na morte do microrganismo (DORMAN e DEANS, 2000 citado por BONA *et al.*, 2012).

Os mecanismos de ação antimicrobiana foram parcialmente elucidados, sendo que o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* causa lise e perda da integridade da membrana, devido à saída de íons e inibição da respiração (CARSON *et al.*, 2006).

Azerêdo *et al.* (2012), avaliando efeito citotóxico dos óleos essenciais de *Origanum vulgare* L. e *Rosmarinus officinalis* L. sobre *Aeromonas hydrophila*, observaram uma diminuição no consumo de glicose pelo microrganismo e liberação de material celular imediatamente após a adição de óleos essenciais, tanto isoladamente como os dois óleos combinados. A microscopia eletrônica das células expostas aos óleos essenciais revelaram graves alterações na membrana

plasmática, aparência citoplasmática e forma da célula após seis horas de exposição.

De acordo com Silva *et al.* (2009), além da resistência evidenciada entre os microrganismos Gram negativos, diferenças entre resultados podem ocorrer também quanto à sensibilidade de linhagens diferentes de um determinado microrganismo frente a um mesmo produto antimicrobiano vegetal, mesmo quando a metodologia utilizada é idêntica. Em seu estudo avaliando a atividade antibacteriana de óleos essenciais provenientes de seis espécies vegetais frente a linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, encontraram uma maior resistência da bactéria Gram negativa, a qual necessitou de uma maior quantidade dos óleos essenciais testados, os quais apresentaram para os óleos de alecrim, cravo da Índia, gengibre, capim cidreira e hortelã pimenta, valores de concentração inibitória mínima de >3,0; 0,25; 0,24; 0,40 e 0,63, enquanto os valores encontrados frente a bactéria Gram positiva foram de 0,40; 0,073; 0,04; 0,1, e 0,19, respectivamente. Naik *et al.* (2010), avaliando a atividade antibacteriana do óleo de *C. citratus* frente a bactérias patogênicas, constatou que os microrganismos Gram positivos são mais sensíveis do que os Gram negativos.

Bassolé *et al.* (2011) estudaram a atividade antimicrobiana de *C. citratus* e *C. giganteus* sozinhos e combinados contra um conjunto de nove microrganismos observaram que o óleo essencial de *C. citratus* apresentou maior atividade contra *E. faecalis*, *L. monocytogenes*, *S. typhi*, *S. typhimurium* e *S. dysenteriae*. O óleo de *C. giganteus* exibiu uma atividade consideravelmente mais forte do que a de *C. citratus* quando testado contra *S. aureus*, *Escherichia coli* e *P. aeruginosa*. Ambas espécies de *Cymbopogon*, mostram semelhante atividade contra *E. aerogenes*.

As técnicas de determinação da atividade antimicrobiana podem influenciar nos resultados relacionados com a ação que os óleos essenciais podem apresentar frente aos microrganismos. Alves *et al.* (2008), realizando um estudo comparativo entre as técnicas de poços, discos e template, obtiveram valores distintos estatisticamente ao avaliar os diâmetros de inibição do crescimento microbiano do extrato de *Miconia rubiginosa* frente aos microrganismos *E. faecalis*, *K. rhizophila*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium*, ressaltando que a técnica de poços obteve melhores resultados, visto que apresentou halos de inibição na maioria das bactérias testadas.

No Brasil, os testes de avaliação antimicrobiana são padronizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária com autorização do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), sendo utilizadas para analisar agentes antimicrobianos convencionais, como os antibióticos. Nos testes de atividade antimicrobiana de óleos essenciais, a metodologia padrão do CLSI não pode ser seguida à risca, em razão das propriedades químicas que estes apresentam, portanto, utiliza-se uma pequena modificação com o disco de papel filtro

impregnado com a substância teste (HENTZ e SANTIN, 2007).

7 Aplicações em Alimentos

A ação inibitória dos extratos vegetais tem sido alvo de interesse de muitos pesquisadores da área de alimentos, e os consumidores apresentam uma tendência em relação ao consumo de alimentos naturais, considerando a sua inclusão em sistemas de conservação em detrimento aos aditivos sintéticos, visto que podem promover maior vida útil dos alimentos.

A utilização de extratos vegetais em alimentos fundamenta-se no crescente estudo do seu potencial antimicrobiano, principalmente em relação àqueles, normalmente, presentes em alimentos. A finalidade de tais aplicações corresponde ao desafio de manter inócuos os alimentos in natura e processados, preservando-os íntegros quanto aos seus aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

Trajanó *et al.* (2009), investigaram as propriedades antimicrobianas de óleos essenciais de várias espécies vegetais frente a 10 cepas bacterianas contaminantes de alimentos e evidenciaram que os extratos de *Eugenia caryophyllata* e de *Cinnamomum zeylanicum* mostraram-se eficientes na inibição de todas as cepas testadas, sendo considerados produtos promissores e uma boa alternativa para a substituição de aditivos químicos.

Nguefack *et al.* (2012), avaliaram o sinergismo e antagonismos das frações de óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* e *Thymus vulgaris* sobre duas cepas de *Penicillium expansum*, fungo pós-colheita com potencial efeito toxicológico e responsável pela deterioração de frutos e vegetais, principalmente em maçãs. Entre as 23 misturas dos óleos essenciais testados, quatro exibiram efeito sinérgico; uma exibiu efeito aditivo e 18, antagonístico. Esses efeitos foram correlacionados com a composição química das frações dos óleos essenciais e suas misturas. Os efeitos sinérgicos observados podem ser explorados a fim de maximizar a atividade antimicrobiana de óleos essenciais e para minimizar as suas concentrações necessárias para produzir um determinado efeito antimicrobiano sem alteração do sabor do alimento.

Al-Bayati (2008), avaliando também o efeito sinérgico da atividade antibacteriana entre *Thymus vulgaris* e *Pimpinella anisum*, contra nove bactérias Gram positivas e Gram negativas, revelou que a atividade máxima dos extratos foram observados contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Proteus vulgaris*, sendo que as combinações mostraram uma ação aditiva para a maioria dos patógenos testados, especialmente *Pseudomonas aeruginosa*.

Azerêdo *et al.* (2012), avaliando as atividades antibacterianas dos óleos essenciais de *Origanum*

vulgare L. e *Rosmarinus officinalis* L., isolados e combinados, sobre *Aeromonas hydrophila*, obtiveram uma diminuição significativa da viabilidade bacteriana após 24 horas de exposição. Os autores ressaltaram que os óleos em estudo poderiam ser racionalmente aplicados para inibir o crescimento do *A. hydrophila* em produtos alimentares, particularmente em produtos minimamente processados, como os legumes.

Kumar *et al.* (2008), em seu estudo sobre óleo essencial de *Thymus vulgaris* L., como antifúngico pós-colheita de produtos alimentares, obtiveram grande eficácia antifúngica, inibindo o crescimento micelial de *Aspergillus flavus* em $0,7 \mu\text{l.mL}^{-1}$, exibindo um amplo espectro antifúngico contra oito diferentes alimentos contaminados com *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia lunata*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Alternaria alternata* e *Botryodiplodia theobromae*.

Sousa *et al.* (2012), avaliando a sinergia dos componentes carvacrol e 1,8-cineol a fim de inibir as bactérias associadas aos vegetais minimamente

processados, obtiveram resultados satisfatórios, visto que os compostos combinados foram eficazes em inibir o crescimento e sobrevivência de patógenos e deteriorantes de vegetais. Em relação a avaliação sensorial, a aplicação dos compostos sozinho ou em mistura como desinfetante em vegetais apresentaram-se aceitáveis pelos consumidores. Na Tabela 3 encontram-se algumas características referentes aos principais óleos essenciais aplicados em alimentos.

8 Considerações Finais

Os óleos essenciais apresentam composições químicas diferenciadas conforme as espécies vegetais. Entretanto, a maioria deles apresenta relevante efeito antimicrobiano, principalmente, quando exercem atividade sinérgica, potencializando o seu efeito. Diante disso, ressalta-se a importância de estudos que comprovem a presença e ação dos constituintes majoritários e sua relação com os que estão em menor quantidade no óleo essencial.

Tabela 3- Características dos óleos essenciais aplicados em alimentos.

Espécie	Nome Popular	Aplicação em Alimentos	Propriedade	Princípio Ativo	Referência
<i>Cymbopogon citratus</i>	Erva-cidreira, capim limão	Frutos e vegetais	Antifúngica	Mirceno, Geranial, Neral	Nguefack <i>et al.</i> (2012)
<i>Ocimum gratissimum</i>	Alfavaca	Frutos e vegetais	Antifúngica	Eugenol, e γ -muuroleno, β -cariofileno	Nguefack <i>et al.</i> (2012)
<i>Thymus vulgaris</i>	Tomilho	Frutos e vegetais Peixe	Antifúngica Antibacteriana	timol, <i>p</i> -cimeno, carvacrol, terpineno, linalol e borneol	Nguefack <i>et al.</i> (2012) Jakiemiu <i>et al.</i> (2010) Holley e Patel (2005)
<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano	Legumes minimamente processados	Antibacteriana	Carvacrol	Azerêdo <i>et al.</i> (2012)
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Alecrim	Legumes minimamente processados	Antibacteriana	1,8 cineol,	Azerêdo <i>et al.</i> (2012)
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Cravo	Queijo coalho Cozido de porco	Antibacteriana	Eugenol, humullene α , d-cadineno	Trajano <i>et al.</i> (2009) Holley e Patel (2005)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canela	Queijo gordo	Antibacteriana	Eugenol, 2-Metil-5-(Metiletenil)-	Dias (2009) Holley e Patel (2005)

Além disso, estudos, cada vez mais apurados, a respeito do mecanismo de ação exercido pelos componentes dos óleos sobre as células microbianas refletem fundamental importância para a indústria de alimentos, visto que são inúmeras as possibilidades de inserção desses constituintes em produtos alimentícios, visando aumentar a vida útil dos mesmos, bem como permitir ampliar as formas de se estabelecer a segurança dos alimentos

9 Agradecimentos

Agradecimentos ao IFCE, que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa e a FUNCAP pelo apoio financeiro.

10 Referências

- AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. *Revista Virtual Química*, v. 4, n. 2, 146-161, 2012.
- AL-BAYATI, F.A. Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 116, p. 403-406, 2008.
- ALVES, E. G.; VINHOLIS, A. H. C.; CASEMIRO, L. A.; FUTARDO, N. A. J. C.; SILVA, M. L. A.; CUNHA, W. R.; MARTINS, C. H. G. Estudo comparativo de técnicas de screening para avaliação da atividade antibacteriana de extratos brutos de espécies vegetais e de substâncias puras. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1224-1229, 2008.
- ARAÚJO, A. C. Fracionamento do óleo essencial de patchouli [*Pogostemon cablin* (blanco) benth.] obtido por extração supercrítica. 108 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- ARAÚJO, J. M. A. Química de Alimentos: Teoria e Prática. 5 ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2011.
- ATTI-SANTOS, A. C.; ROSSATO, M.; PAULETTI, A.; MOYNA, P. Physico-chemical Evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oils. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 48, n. 6, p. 1035-1039, 2005.
- AZERÊDO, G. A.; STAMFORD, T. L. M.; FIGUEIREDO, R. C. B. Q.; SOUZA, E. L. The Cytotoxic Effect of Essential Oils from *Origanum vulgare* L. and/or *Rosmarinus officinalis* L. on *Aeromonas hydrophila*. *Food Borne Pathogens and Disease*, v. 9, n. 4, p. 298-304, 2012.
- BASSOLÉ, I. H. N.; LAMIEN-MEDA, A.; BAYALA, B.; OBAME, L. C.; ILBOUDO, A. J.; FRANZ, C.; NOVAK, J.; NEBIÉ, R. C.; DICKO, M. H. Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine* v. 18, n. 12, p. 1070– 1074, 2011.
- BIZZO, H.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*. v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BOIX, Y. F.; VICTÓRIO, C. P.; LAGE, C. L. S.; KUSTER, R. M. VOLATILE COMPOUNDS FROM *Rosmarinus officinalis* L. AND *Baccharis dracunculifolia* DC. GROWING IN SOUTHEAST COAST OF BRAZIL. *Química Nova*. v. 33, n. 2, p. 255-257, 2010.
- BONA, T. D. M. M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L. B.; KURITZA, L. N.; VASCONCELOS, S. P.; SANTIN, E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.32, n.5, p. 411-418, 2012.
- BRASIL, REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE ADITIVOS AROMATIZANTES / AROMAS. Resolução nº 104, de 14 de maio de 1999. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/104_99.htm. Acesso em 27 Dez. 2012.
- BRITO, A. M. G. Avaliação da atividade antileishmanial dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Eucalyptus citriodora* Hook., *Mentha arvensis* L., e *Mentha piperita* L. 75 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Tiradentes, Aracaju, 2007.
- BRUM, L. F. W. Obtenção e avaliação de extratos de folhas de eucalipto (*Eucalyptus dives*) como potenciais antioxidantes em alimentos. 135 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- CARMO, E. S.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L. The potential of *Origanum vulgare* L. (lamiaceae) essential oil in inhibiting the growth of some food-related aspergillus species. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 39, n.2, p. 362-367, 2008.
- CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T. V. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil: a Review of antimicrobial and on the medicinal properties. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 19, n. 1, p. 50-62, 2006.
- CARVALHO, T. M. de; TOSTA, T. de F.; SARMENTO, R. R.; BEGNINI, M. L.; OKURA, M. H. Verificação da atividade antibacteriana in vitro dos óleos essenciais *Cinnamomum zeylanicum* e *Rosmarinus officinalis* em bactérias causadoras de infecção do trato urinário. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v. 42, n. 3, p. 213-215, 2010.
- CHANTHAI, S.; PRACHAKOLL, S.; RUANGVIRIYACHAI, C.; LUTHRIA, D. Influence of Extraction Methodologies on the Analysis of Five Major Volatile Aromatic Compounds of Citronella Grass (*Cymbopogon nardus*) and Lemongrass

- (*Cymbopogon citratus*) Grown in Thailand. Journal of AOAC International, v. 95, n. 3, p.763-72, 2012.
- COSTA, L. C. do B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. Horticultura Brasileira, v. 23, n. 4, p. 956-959, 2005.
- DIAS, V. L. N. Fitodisponibilidade de metais, caracterização nutricional, constituição química, avaliação da atividade antioxidante e antibacteriana do óleo essencial extraído das folhas da *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. 115 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- DZAMIC, A.; SOKOVIC, M.; RISTIC, M. S.; GRIJIC-JOVANOVIC, S.; VUKOJEVIC, J.; MARIN, P. D. Chemical composition and antifungal activity of *illicium verum* and *Eugenia caryophyllata* essential oils. Chemistry of Natural Compounds, v. 45, n. 2, p. 259-260, 2009.
- DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: anti-bacterial activity of plant volatile oil. Journal of Applied Microbiology, v. 83, p. 308-316, 2000.
- DURANGO, A. M.; SOARE, N. F.; ARTEAGA, M. R. Filmes y Revestimientos Comestibles como Empaques Activos Biodegradables en la Conservación de Alimentos. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, v. 9, n. 1, p. 122 – 128, 2011.
- FRANCISCO, V.; FIGUEIRINHA, A.; NEVES, B. M.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, C.; LOPES M. C.; CRUZ, M. T.; BATISTA, M. T. *Cymbopogon citratus* as source of new and safe anti-inflammatory drugs: Bio-guided assay using lipopolysaccharide-stimulated macrophages. Journal of Ethnopharmacology, v. 133, n. 2, p. 818–827, 2011.
- FRANCO, A. L. P.; OLIVEIRA, T. B.; FERRI, P. H.; BARA, M. T. F.; PAULA, J. R. Avaliação da composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. (alfazema), *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca-cravo) e *Curcuma longa* L. (açafreão). Revista Eletrônica de Farmácia, v. 4, n. 2, p. 208-220, 2007.
- GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF). Química Nova, v. 31, n. 6, p. 1476-1480, 2008.
- HAIDA, K. S.; PARZIANELLO, L.; WERNER, S.; GARCIA, D. R.; INÁCIO, C. V. Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de oito espécies de plantas medicinais. Arquivos de Ciências da Saúde UNIPAR, v. 11, n. 3, p. 185-192, 2007.
- HASSAN, S. A.; BARTH WAL, R.; NAIR, M. S.; HAQUE, S. S. Aqueous Bark Extract of *Cinnamomum zeylanicum*: A Potential Therapeutic Agent for Streptozotocin- Induced Type 1 Diabetes Mellitus (T1DM) Rats. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, v. 11, n. 3, p. 429-435, 2012.
- HENTZ, S. M.; SANTIN, N. C. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) contra *Salmonella* sp. Evidência, v. 7, n. 2, p. 93-100, 2007.
- HOLLEY, R. A.; PATEL, D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oil and smoke antimicrobials. Food Microbiology, v. 27, n. 4, p. 273-292, 2005.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. Aromatic natural raw materials – Vocabulary. ISO 9235:1997. Genebra, 1997.
- JAKIEMIU, E. A. R. Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). 90 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- JAKIEMIU, E. A. R.; SCHEER, A. de P.; OLIVEIRA, J. S. de; CÔCCO, L. C.; YAMAMOTO, C. I.; DESCHAMPS, C. Estudo da composição e do rendimento do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 683-688, 2010.
- JOSHI, K.; AWTE, S.; BHATNAGAR, P.; WALUNJ, S.; GUPTA, R.; JOSHI, S.; SABHARWAL, S.; BANJ, S.; PADALKAR, A. S. *Cinnamomum zeylanicum* extract inhibits proinflammatory cytokine TNF: in vitro and in vivo studies. Research In Pharmaceutical Biotechnology, v. 2, n. 2, p. 14-21, 2010.
- JÚNIOR, E. R. A. Métodos de extração do extrato e obtenção do óleo de linhaça. Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. Maio de 2011.
- KUMAR, A.; SHUKLA, R.; SINGH, P.; PRASAD, C. S.; DUBEY, N. K. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. Technologies, v. 9, n. 4, p. 575–580, 2008.
- KHAN, M. S. A.; AHMAD, I. Biofilm inhibition by *Cymbopogon citratus* and *Syzygium aromaticum* essential oils in the strains of *Candida albicans*. Journal of Ethnopharmacology, v. 140, n. 2, p. 416–423, 2012.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. das G.; MORAES, J. C.; VIEIRA, S. S.; MELO, B. A.; FILGUEIRAS, C. C. Composição dos Óleos Essenciais de Anis-estrelado *Illicium verum* L. E de Capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do Efeito Repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae). BioAssay, v. 3, n. 8. p. 1- 6, 2008.
- LUPE, F. A. Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia. 103 f. Dissertação (Mestrado), Campinas, 2007.
- MARTINS, A. P.; NOGUEIRA, M. T.; COSTA, M. C.; SALGUEIRO, L. Requisitos de qualidade em óleos essenciais: a importância das monografias da

- Farmacopeia Europeia e das normas ISSO. Revista de Fitoterapia, v. 11, n. 2, p. 133-145, 2011.
- MATIAS, E. F. F.; SANTOS, K. K. A.; ALMEIDA, T. S.; COSTA, J. G. M.; COUTINHO, H. D. M. Atividade antibacteriana In vitro de *Croton campestris* A., *Ocimum gratissimum* L. e *Cordia verbenacea* DC. Revista brasileira de Biociências, v. 8, n. 3, p. 294-298, 2010.
- MENDES, S. S.; BOMFIM, R. R.; JESUS, H. C.; ALVES, P. B.; BLANK, A. F.; ESTEVAM, C. S.; ANTONIOLLI, A.; THOMAZZI, S. M. Evaluation of the analgesic and anti-inflammatory effects of the essential oil of *Lippia gracilis* leaves. Journal of Ethnopharmacology, v. 129, n. 3, p. 391-397, 2010.
- MOHAMMED, A.; TANKO, Y.; OKASHA, M. A.; MAGAJI, R. A.; YARO, H. Effects of aqueous leaves extract of *Ocimum gratissimum* on blood glucose levels of streptozocin-induced diabetic wistar rats. African Journal of Biotechnology, v. 6, n. 18, p. 2087-2090, 2007.
- MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M. O.; AGUIAR, L. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 19, n. 1B, p. 315-320, 2009.
- NAIK, M. I.; FOMDA, B. A.; JAYKUMAR, E. BHAT, J. A. Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacteria. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, v. 3, n. 7, p. 535-538, 2010.
- NGUEFACK, A. J.; TAMGUEA, O.; LEKAGNE DONGMOA, J. B.; DAKOLEA, C. D.; LETHB, V.; VISMERC, H. F.; AMVAM ZOLLOA, P. H.; NKENGFAK, A. E. Synergistic action between fractions of essential oils from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against *Penicillium expansum*. Food Control, v. 23, n. 2, p. 377-383, 2012.
- NGUEFACK, J.; DONGMO, J. B. L.; DAKOLE, C. D.; LETH, V.; VISMERC, H. F.; TORP, J.; GUEMDJOM, E. F. N.; MBEFFO, M.; TAMGUE, O.; FOTIO, D.; ZOLLO, P. H. A.; NKENGFAK, A. E. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. International Journal of Food Microbiology, v. 131, p. 151-156, 2009.
- OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. Food Chemistry, v. 120, n. 1, p. 308-312, 2010.
- OLIVEIRA, S. M. M.; JOSE, V. L. Processos de extração de óleos essenciais. Dossiê Técnico da Sociedade Brasileira de Respostas Técnicas. Instituto de Tecnologia do Paraná, Setembro, 2007.
- OLIVEIRA, A. R. M. F. Produção de óleo essencial de mentha x piperita var. Citrata sob diferentes condições de manejo. 83 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2011.
- OLIVIRA, M. M. M. de; BRUGNERA, D. F.; ALVES, E.; CARDOSO, M. das G.; PICCOLI, R. H. Efeito antibacteriano do óleo essencial de capim-limão contra *Listeria monocytogenes* aderida em aço inoxidável: um estudo por microscopia eletrônica de varredura. In: 27º Congresso Nacional de Laticínios. Minas Gerais, 2010.
- ÖZTÜRK, A.; ÖZBEK, H. The anti-inflammatory activity of *Eugenia caryophyllata* essential oil: an animal model of anti-inflammatory activity. European Journal of General Medicine, v. 2, n. 4, p. 159-163, 2005.
- PEREIRA, J. L. Composição química dos óleos essenciais de *Eucalyptus L Herit* (Mirtaceae). 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Viçosa, Minas Gerais, 2010.
- RIBEIRO, D. S.; MELO, D. B.; GUIMARÃES, A. G.; VELOZO, E. S. Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 687-696, 2012.
- SANTOS, A.; PADUAN, R. H.; GAZIN, Z. C.; JACOMASSI, E.; D' OLIVEIRA, P. S.; CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 19, n.2, p.436-441, 2009.
- SANTURIO, D. F. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos sobre *Escherichia coli* isoladas de suínos, aves e bovinos. 54 f. Dissertação (Mestrado). Santa Maria, RS, 2011.
- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. de L. A.; SANTOS, S. da S.; BARROSO, L. M. Tolerância à dessecação de sementes de *Cinnamomum zeylanicum* Ness. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 587-594, 2012.
- SILVA, L. L.; HELDWEIN, C. G.; REETZ, L. G. B.; HÖRNER, R.; MALLMANN, C. A.; HEINZMANN, B. M. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em *Artemia salina* do óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 5, p. 700-705, 2010.
- SILVA, M. S. A.; SILVA, M. A. R.; HIGINO, J. S.; PEREIRA, M. S. V.; CARVALHO, A. de A. T. Atividade antimicrobiana e antiaderente in vitro do extrato de *Rosmarinus officinalis* Linn. sobre bactérias orais planctônicas. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 18, n.2, p. 236-240, 2008.
- SILVA, M. T. N.; USHIMARU, P. I.; BARBOSA, L. N.; CUNHA, M. L. R. S.; FERNANDES JUNIOR, A. Atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas frente a linhagens de *Staphylococcus aureus* e

Escherichia coli isoladas de casos clínicos humanos. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 11, n. 3, p. 257-262, 2009.

casos clínicos humanos. Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 19, n.4, p. 828-833, 2009.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D. de; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). Revista Ceres, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

SINGH, J.; BAGHOTIA, A.; GOEL, S. P. *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Family Myrtaceae): A Review. International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, v. 3, n. 4, p.1469-1475, 2012.

SOUSA, J. P.; AZERÊDO, G. A.; TORRES, R. A.; VASCONCELOS, M. A. S.; CONCEIÇÃO, M. L.; SOUZA, E. L. Synergies of carvacrol and 1,8-cineole to inhibit bacteria associated with minimally processed vegetables. International Journal of Food Microbiology, v. 154, n. 3, p. 145-151, 2012.

SOUSA, T. M. P.; CONCEIÇÃO, D. M. Atividade antibacteriana do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). Ensaios e Ciência, v. 5, n. 5, p. 7-13, 2007.

TAILANG, M.; GUPTA, B. K.; SHARMA, A. Antidiabetic Activity of Alcoholic Extract of *Cinnamomum zeylanicum* Leaves in Alloxon Induced Diabetic Rats. People's Journal of Scientific Research, v.1, 2008.

TOVAR, L. P.; MACIEL, M. R. W.; PINTO, G. M. F.; FILHO, R. M.; GOMES, D. R. Factorial design applied to concentrate bioactive component of *Cymbopogon citratus* essential oil using short path distillation. Chemical Engineering Research and Design. v. 88, n. 2, p. 239-244, 2010.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 29, n. 3, p. 542-545, 2009.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R. Inhibitory effect of the essential oil from *Eugenia caryophyllata* Thunb leaves on coalho cheese contaminating microorganisms. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 4, p. 1001-1006, 2010.

WANNES, W. A.; MHAMDI, B.; SRITI, J.; JEMIA, M. B.; OUCHIKH, O.; HAMD AOUI, G.; KCHOUK, M. E.; ARZOUK, B. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. Food and Chemical Toxicology, v. 48, n.5, p. 1362-1370, 2010.

ZAGO, J. A. A.; USHIMARU, P. I.; BARBOSA, L. N.; JUNIOR, A. F. Sinergismo entre óleos essenciais e drogas antimicrobianas sobre linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de